

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局



(43)国際公開日  
2005年9月22日 (22.09.2005)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 2005/088787 A1

(51)国際特許分類<sup>7</sup>:  
G02F 1/37, H01S 3/02, 3/109, 3/23

H01S 5/02,

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 水内 公典  
(MIZUUCHI, Kiminori). 山本 和久 (YAMAMOTO,  
Kazuhisa). 笠澄 研一 (KASAZUMI, Ken'ichi). 木戸  
口 熟 (KIDOGUCHI, Isao). 北岡 康夫 (KITAOKA,  
Yasuo).

(21)国際出願番号: PCT/JP2005/002797

(22)国際出願日: 2005年2月22日 (22.02.2005)

(25)国際出願の言語: 日本語

(74)代理人: 小野 由己男, 外 (ONO, Yukio et al.); 〒  
5300054 大阪府大阪市北区南森町1丁目4番19号  
サウスホレストビル 新樹グローバル・アイピー特  
許業務法人 Osaka (JP).

(26)国際公開の言語: 日本語

(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,  
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

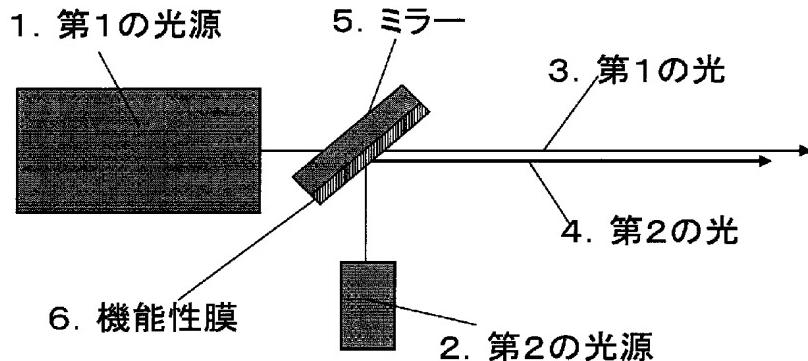
(30)優先権データ:  
特願2004-066879 2004年3月10日 (10.03.2004) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電  
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-  
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大  
字門真1006番地 Osaka (JP).

/続葉有/

(54)Title: COHERENT LIGHT SOURCE AND OPTICAL SYSTEM

(54)発明の名称: コヒーレント光源および光学システム



1... FIRST LIGHT SOURCE

6... FUNCTIONAL FILM

5... MIRROR

2... SECOND LIGHT SOURCE

3... FIRST LIGHT

4... SECOND LIGHT

(57)Abstract: A coherent light source wherein limitation of a projecting wavelength is modified. The coherent light source projects first light (3) and second light (4) having a wavelength shorter than that of the first light (3) at the same time. The coherent light source is provided with a light source main body for projecting at least the first light (3), a mirror (5) for transmitting or reflecting the first light (3), and a functional film (6) arranged at least one part of the mirror (5). The functional film (6) exhibits photocatalytic effects by the second light (4).

/続葉有/

WO 2005/088787 A1



SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約: 出射される波長の制限が緩和されたコヒーレント光源を提供することを課題とする。本発明のコヒーレント光源は、第1の光(3)と、第1の光(3)より波長の短い第2の光(4)を同時に出射するコヒーレント光源であり、少なくとも第1の光(3)を出射する光源本体と、第1の光(3)を透過又は反射するミラー(5)と、ミラー(5)の少なくとも一部に設けられた機能性膜(6)と、を備えている。機能性膜(6)は、第2の光(4)により光触媒効果を発現する。

## 明 細 書

### コヒーレント光源および光学システム

#### 技術分野

[0001] 本発明は、コヒーレント光源および光学システム、特に、光触媒効果を発現する機能性膜を備えるコヒーレント光源および光学システムに関するものである。

#### 背景技術

[0002] 窒化ガリウムをはじめとするIII-V族窒化物系半導体材料( $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ である))からなる半導体レーザは、光ディスクによる超高密度記録を実現するためのキーデバイスであり、現在、実用レベルに最も近い青紫色半導体レーザである。この青紫色半導体レーザの高出力化は、光ディスクの高速書き込みを可能にするのみならず、レーザディスプレイへの応用など、新たな技術分野の開拓に必須の技術である。

録画再生型の光ディスクシステムにおいては、高出力半導体レーザが望まれる。高出力化の有効な手段のひとつとして、共振器端面の反射率を非対称とする方法が知られている(例えば、非特許文献1参照。)。この方法は、光ディスクの書き込みに用いられる半導体レーザでは一般的な方法である。この方法は、共振器を形成する端面を誘電体膜でコーティングすることで端面の反射率を非対称にする方法で、共振器を形成する端面のうち、レーザ光が出射する共振器の前方端面を低反射率に、また、その反対側の後方端面の反射率を高反射率とする(例えば前方端面10%、後方端面90%)。誘電体多層膜の反射率は、用いる誘電体の屈折率、層厚、および積層する総数によって制御することができる。

半導体レーザは、図11に示すようなキャン・パッケージに実装(組立)される。このパッケージは、半導体レーザ801およびその放熱体であるサブマウント802が実装されるベース803と、キャップ804から成る。キャップの内部は、窒素(N2)ガス等で封止される。

キャップは、光を取り出すためのガラス806と金属製の土台(缶805)からなり、気密を保つために、低融点ガラス807(数百度で固着)で接着されている。

この様な半導体レーザにおいて、レーザパッケージの表面にゴミやカビなどが付着して、出力特性に影響を及ぼすことが問題となっている。この問題を解決する方法として、レーザのパッケージの表面に光触媒機能を有する膜を形成することが提案されている(例えば、特許文献1参照。)。

また、高出力のコヒーレント光源として固体レーザ光源が開発されている。固体レーザの共振器に波長変換素子を挿入することで、高出力の可視光の発生が可能となる。この様な固体レーザにおいても、レーザ端面のゴミの付着は出力特性の劣化を招き、レーザの寿命を短くする。この問題を解決するため、光学部品の表面に光触媒効果を有する膜を設けることが提案されている(例えば、特許文献2参照。)。また固体レーザ共振器ミラーに光触媒機能を有する膜を形成する構造が示されている。

特許文献1:特開2003-59087号公報

特許文献2:特開2001-70787号公報

非特許文献1:伊賀健一編著、「半導体レーザ」、第1版、株式会社オーム社、平成6年10月25日、p. 238

## 発明の開示

[0003] (発明が解決しようとする課題)

従来の光源においては、コヒーレント光源からの光を用いて光触媒の触媒機能を活性化させることを目的としている。しかしながら、光触媒は波長依存性があり、光触媒機能を活性化させるには、利用できるコヒーレント光源の波長が限られるという問題がある。具体的には、光触媒を効率よく活性化させるには波長390nm以下の光源が必要となる。このため、光触媒を利用できるコヒーレント光源は波長390nm以下の短波長光源に限られるという問題がある。

本発明は、前記従来の問題を解決し、出射される波長の制限が緩和されたコヒーレント光源を提供することを課題とする。さらに、別の本発明は、出射される波長の制限が緩和された光学システムを提供することを課題とする。

(課題を解決するための手段)

第1の発明は、第1の光と、第1の光より波長の短い第2の光を同時に射するコヒーレント光源であり、少なくとも第1の光を射する光源本体と、第1の光を透過又は

反射する部材と、部材の少なくとも一部に設けられた機能性膜と、を備えている。機能性膜は、第2の光により光触媒効果を発現する。

ここで、光触媒効果とは、例えば、部材に堆積する付着物などを除去する効果などである。

本発明では、第1の光を出射させつつ、第2の光により光触媒効果を発現する。すなわち、光触媒機能を得つつ、出射される波長の制限が緩和されたコヒーレント光源を提供することが可能となる。さらに、光触媒機能を得ることができるために、付随的な効果として、長期的に安定した発光を行うことができるコヒーレント光源を提供することが可能となる。

第2の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、第1の光の波長が400nm以上である。

本発明では、第1の光の波長が400nm以上であっても、第2の光により、光触媒効果を発現させることが可能となる。

第3の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、第1の光と第2の光とがほぼ同じ光路を通過する。

本発明では、第1の光と第2の光とがほぼ同じ光路を通過する。このため、第1の光により部材に堆積する付着物と同じ位置に第2の光を照射させるための光学系を簡易に構成することが可能となる。

第4の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、機能性膜を備えた部材の照射面において、第1の光と第2の光とがほぼ等しい領域に照射されている。

ここで、照射面とは、例えば、部材において、第1の光および第2の光が照射される面である。

本発明では、第1の光と第2の光とがほぼ等しい領域に照射されている。このため、第1の光により部材に堆積する付着物と同じ位置に第2の光を照射させることができるとなる。

第5の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、光源本体は、III-V族窒化物系半導体材料からなる半導体レーザを含んでいる。

本発明では、III-V族窒化物系半導体材料からなる半導体レーザにおいて、長期

的に安定した発光を行うことが可能となる。

第6の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、第2の光の波長が390nm以下である。

本発明では、第2の光の波長が390nmであるため、効率よく機能性膜を活性化させることが可能となる。

第7の発明は、第1の発明のコヒーレント光源であって、第1の光の一部を第2の光に変換する第1の波長変換素子をさらに備える。

本発明では、波長変換素子により、第1の光を第2の光に変換するため、簡易な光学系であっても、第1の光と第2の光とをほぼ同軸に発生させることができるとなる。

第8の発明は、第7の発明のコヒーレント光源であって、第1の波長変換素子が非線形光学材料またはアップコンバージョン材料からなる。

本発明では、例えば、安定した短波長光発生が可能となる。

第9の発明は、第7の発明のコヒーレント光源であって、光源本体は、Nd又はYbを含む固体レーザ媒体から構成されている。第1の波長変換素子は、固体レーザから出射された第1の光を第3高調波である第2の光に変換する。

本発明では、固体レーザを用いつつ、長期的に安定した発光を行うことが可能となる。

第10の発明は、第7の発明のコヒーレント光源であって、光源本体は、Nd又はYbを含む固体レーザ媒体と、固体レーザからの光を第2高調波である第1の光に変換する第2の波長変換素子とから構成される。第1の波長変換素子は、固体レーザからの光と第1の光とを和周波光である第2の光に変換する。

本発明では、固体レーザを用いつつ、長期的に安定した発光を行うことが可能となる。

第11の発明は、第7の発明のコヒーレント光源であって、光源本体は、半導体レーザから構成される。第1の波長変換素子は、半導体レーザから出射された第1の光を高調波である第2の光に変換する。

本発明では、半導体レーザを用いつつ、長期的に安定した発光を行うことが可能となる。

第12の発明は、コヒーレント光源と、集光または投射光学部材と、機能性膜とを備える光学システムである。コヒーレント光源は、第1の光と、第1の光より波長の短い第2の光を同時に射する。機能性膜は、コヒーレント光源からの光照射を受ける光学部材の少なくとも一部に設けられている。機能性膜は、第2の光により光触媒効果を発現する。

ここで、光触媒効果とは、例えば、部材に堆積する付着物などを除去する効果などである。

本発明では、第1の光を射させつつ、第2の光により光触媒効果を発現する。すなわち、光触媒機能を得つつ、射される波長の制限が緩和された光学システムを提供することが可能となる。さらに、光触媒機能を得ることができるために、付随的な効果として、長期的に安定した発光を行うことができる光学システムを提供することが可能となる。

第13の発明は、第12の発明の光学システムであって、光学部材において、第1の光のパワー密度が $100\text{W}/\text{cm}^2$ 以上になる照射面においては、機能性膜が設けられている。照射面において第1の光と第2の光とがほぼ同じ領域に射される。

第1の光のパワー密度が上記値である照射面では、一般に、付着物の堆積が顕著となる。

本発明では、この様な照射面に機能性膜を設け、さらに、第1の光の射により付着物が堆積する部分に第2の光を射させることができるために、効率的に付着物の除去を行うことが可能となる。

#### (発明の効果)

本発明のコヒーレント光源の構造によれば、光触媒機能を得つつ、射される波長の制限が緩和されたコヒーレント光源を提供することが可能となる。さらに、別の本発明は、光触媒機能を得つつ、射される波長の制限が緩和された光学システムを提供することが可能となる。

また、付随的な効果として、長期的に安定して動作する発光素子を実現することができる。さらに、付随的な効果として、短波長光源を用いた光ディスク等のシステム、可視光を用いたレーザディスプレイ等の光学システムの安定稼動を実現することができる。

きる。

### 図面の簡単な説明

- [0004] [図1]本発明のコヒーレント光源の構成図
- [図2]本発明の光学システムの構成図
- [図3]本発明の実施の形態2におけるコヒーレント光源の構成図
- [図4]本発明の実施の形態2における他のコヒーレント光源の構成図
- [図5]本発明の実施の形態2における他のコヒーレント光源の構成図
- [図6]本発明の実施の形態3におけるコヒーレント光源の構成図
- [図7]本発明の実施の形態4における他のコヒーレント光源の構成図
- [図8]本発明の光学システムの構成図
- [図9]本発明のコヒーレント光源の構成図
- [図10]本発明のファイバーレーザの構成図
- [図11]従来の半導体レーザの一例を示す模式図

### 符号の説明

- [0005]
  - 1 第1の光源
  - 2 第2の光源
  - 3 第1の光
  - 4 第2の光
  - 5 ミラー
  - 6 機能性膜
  - 101 基板
  - 102 n-AlGaNクラッド層
  - 103 活性層
  - 104 p-AlGaNクラッド層
  - 105 p-GaNコンタクト層
  - 106 リッジストライプ
  - 107 電流狭窄層
  - 108 p電極

- 109 n電極  
201 第1半導体レーザ  
202 第2半導体レーザ  
300, 301 半導体レーザ  
302 サブマウント  
303 ベース  
304 キャップ  
305 缶  
306 ガラス窓  
307 低融点ガラス  
308 機能性膜  
309 第1の光  
310 第2の光  
401 波長変換素子  
402 半導体レーザ  
403 固体レーザ  
404 波長変換素子  
405 ミラー  
406 窓  
407 機能性膜  
408 第1の光  
409 第2の光  
410 パッケージ  
411 波長変換素子  
501 半導体レーザ  
502 ミラー  
503 波長変換素子  
601 光源

- 602 第1の光
- 603 第2の光
- 604 機能性膜
- 605 投射光学系
- 606 スクリーン
- 701 光源
- 702 ディテクタ
- 703 光ディスク
- 704 ビームスプリッタ
- 705 集光光学系
- 706 光
- 707 集光光学系
- 801 半導体レーザ
- 802 サブマウント
- 803 ベース
- 804 キャップ
- 805 缶
- 806 ガラス
- 807 低融点ガラス
- 808 機能性膜

### 発明を実施するための最良の形態

[0006] 以下、本発明の一実施の形態について図面を参照しながら説明する。  
(実施の形態1)

図1は本発明の実施の形態に係るコヒーレント光源の構成図である。図1に示した第1の光源1から出た第1の光3は、第2の光源2から出た第2の光4とミラー5によって合波されている。ミラー5の表面には、機能性膜6が形成されている。第1の光源として、例えば波長410nmのGaN半導体レーザ、第2の光源として例えば波長380nmのGaN半導体レーザを用いる。

また、この光源を用いた光学システムの一例として光ディスク装置に応用した例を図2に示す。図2においては、光源701は、図1に示したコヒーレント光源をパッケージ化したものである。光源701から出た光706は、集光光学系707、ビームスプリッタ704、集光光学系705を通過した後、光ディスク703に照射され、反射光がビームスプリッタ704によって反射され、ディテクタ702によって検出される。

この様な光学システム、特に短波長、高出力のレーザを取り扱う場合に、長期信頼性における問題が顕著になってきている。この問題とは、(短波長の半導体レーザを高出力(例えば30mW)で長期に渡って駆動させた時に、レーザの近傍に存在するハイドロカーボン(CとHの化合物、例えばアルデヒドなど)がレーザ光により分解し、光学部品の端面に楕円状に異物が析出するという問題である。元素分析(EDX等の質量分析)により、この異物は、主成分がカーボン(C)からなることが分かった。析出する異物は、光出力の増加に伴い顕著であり、録画再生型の光ディスク装置の高速化(この様な装置では、レーザは、高出力のものが必要となる)の際に、より問題となってくる。さらに、この様な現象は、光ディスクに限らず、短波長、高出力なコヒーレント光源を利用する光学システム総てにおいて生じる問題であり、長期信頼性を劣化させる要因である。

また、光学システムを構成する光学系、光源において、上記異物の堆積は、光のパワー密度に依存する。従って、光学系においても、異物の堆積は、光のパワー密度が高い部分に顕著に現れる。例えば、光源の出射端面、光源パッケージの窓、ディテクタの受光表面、その他、集光光学系、ミラー、フィルター部で特に光を集光して利用する部分において光のパワー密度が $100\text{W}/\text{cm}^2$ 以上に高くなると、異物の堆積が高くなることが分かった。また異物は、使用環境にも大きく依存し、外気の埃、塵、煙等の多い場所では、その堆積の速度が高くなることが分かった。これらは、光学部品の透過特性、反射特性等を劣化させるため、光学システムの寿命を制限する。

この現象は、他の半導体レーザ(赤色レーザや赤外レーザ)では観察されていないことから、波長600nm以下の短波長光、または非常にパワー密度の高いレーザ光源において特に顕著になる。また、この現象は、短波長の半導体レーザ(例えば、発振波長が400nm帯)においては、さらに顕著となる。

本発明は、前述の従来の課題を解決し、長期的に安定して動作する光学システムおよびコヒーレント光源を提供することを目的としており、短波長のレーザを用いた光ディスク等のシステムの安定稼動を実現する。

この様な、光学システムにおける異物の堆積を防止する方法として、光触媒作用によるセルフクリーニング機能を利用した方法が着目されている。この方法では、光学面の最外部にコーティングしたTiO<sub>2</sub>等の機能性膜の強い光触媒作用により、ハイドロカーボンをCO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>O等に変化させる。これにより、光学システムへの異物の堆積を防止する。

しかしながら、光触媒の作用には光触媒を活性化するための紫外光の照射が必要不可欠である。光触媒としてルチル型の酸化チタンを用いた場合、413nm以下の波長の光で活性化する必要があり、アナターゼ型の酸化チタンを用いた場合、388nm以下の波長の光で活性化する必要がある。Crをドーピングした酸化チタンを用いた場合、500nm近傍まで活性化の波長を長波長化できる。しかしながら、効率良く酸化チタンを活性化するには波長390nm以下の光による照射が必要である。

この問題を解決するために、本発明では、光源として、利用したい第1の光とともに、波長390nm以下の第2の光をほぼ等しい光軸で出射する光源を提案する。

図1に本発明の光源の構成図を示す。図1において、ダイクロイックミラー5は、異なる波長を合波している。このミラーの表面に機能性膜6を堆積することで、異物の堆積を防止している。

さらにこの様な光源を用いた図2の光学システムにおいては、光源701から出射された光706は、使用する第1の光とほぼ同軸の光軸を持つ波長390nmの第2の光を含む。第1の光が照射される部分で特に光のパワー密度が高く、異物の堆積が起こる部分には、機能性膜が堆積されている。例えば、光学システムを構成し、第1の光を透過又は反射する光学素子(例えば、光源701のパッケージの窓、集光光学系705、集光光学系707、あるいはビームスプリッタ704)などの少なくとも一部(少なくとも一面)に機能性膜が堆積されている。

なお、光源701は、図1に示したコヒーレント光源であると記載したが、光学素子の一部に機能性膜が堆積される場合には、光源701は、図1に示したコヒーレント光源

でなくてもよい。すなわち、光学素子の一部に機能性膜が堆積される場合には、光源701は、機能性膜を備えていないが波長の異なる2つの光を出射できるものであればよい。

図1および図2に示した構成では、第1の光と第2の光がほぼ同軸で伝搬しているため、異物の堆積が起こる部分に効率よく第2の光を照射できる。このため、低消費電力化が可能となる。また機能性膜を活性化するための光源や光学系を別に用意する必要がないので、光学系が単純になり小型化が図れる。さらに、システムにおける異物の堆積が自動的にセルフクリーニングされるため、光学系の信頼性向上、寿命の増大が著しく向上する。

また、図2に示すように、本発明の光源を用いた光学系を構成する場合、セルフクリーニング作用を及ぼす第2の光を効率良く光学系を透過させるためには、光源および光学系に工夫が必要である。例えば、光源に対する工夫として、第2の光として、340nm～390nmの波長の光を用いることが望ましい。これは、短波長化に対する光触媒効果の低下はそれほど大きくないが、紫外光を透過する光学系の選択が厳しくなるからである。例えば、波長が340nm以下になるとレンズやフィルターの光学部品の材料として石英等に限られるため光学系の価格が高くなるという問題が生じる。一方、390nmより長波長になると光触媒効果の効率が大幅に低下する。

#### (実施の形態2)

本発明の他のコヒーレント光源について図3を用いて説明する。ここでは、光源本体として固体レーザが用いられている。

半導体レーザ励起の固体レーザは、Nd, Cr等のイオンをドーピングした固体レーザ材料を中心に広く使用されている。図3では、光源本体として、その代表的なものであるNdドープのYAGレーザが用いられている。固体レーザ励起用の半導体レーザ402からの波長808nmの光が固体レーザ媒質403(YAGレーザ媒質)に照射される。固体レーザ媒質は、共振器ミラー405で共振され、レーザ発振を行う。レーザ発振としては、波長1.064μmの赤外光が中心であるが、出力は、数Wから数10W以上と高出力特性を有する。

この様な固体レーザを用いた場合においても、レーザ光の光路に位置するレーザミ

ラーおよびこの固体レーザを用いた光学系における異物堆積が懸念される。この問題を解決する方法として、図3(a)に示すように波長変換素子404を挿入する構成を提案する。

例えば、波長 $1.06\text{ }\mu\text{m}$ の固体レーザ発振において、その光を3倍高調波に変換する波長変換素子404を挿入する。これによりレーザ光の一部が波長355nm近傍の3倍波に波長変換される。このため、第1の光である波長 $1.06\text{ }\mu\text{m}$ の基本波である第1の光408と、3倍高調波である第2の光409とがほぼ等しい光軸で出射されることになる。

半導体レーザ402、固体レーザ媒質403、波長変換素子404、ミラー405は、パッケージ410で覆われており、窓406を通って光が出射する。窓406部分は光のパワー密度が高いため、機能性膜407を堆積する。窓406に堆積された機能性膜407には、波長355nmの第2の光が照射されている。このため、機能性膜407が活性化され、窓406への異物の堆積を防止できる。

また、機能性膜は、例えば、レーザ光の光路に位置するミラー405の一部にもうけられてもよい。

また、このコヒーレント光源を用いた光学系においても機能性膜を堆積した光学素子を用いてもよい。この場合、第1の光と同軸で照射される第2の光によりセルフクリーニング機能が発現され、光学素子の劣化を大幅に低減できる。

この様な固体レーザを用いるコヒーレント光源の形態としては幾つかの形態がある。

図3(b)は、その他の構成として、固体レーザに411の波長変換素子を含んでおり、 $1.06\text{ }\mu\text{m}$ の波長の基本波を波長変換素子411により第2高調波に変換し、波長530nm近傍のグリーン光を発生するものである。

このグリーン光に波長380nm以下の紫外光を混ぜるために、波長変換素子404によって、固体レーザからの $1.06\text{ }\mu\text{m}$ の光と、波長変換素子411からの波長530nmの光との和周波を発生させる。これにより波長355nmの紫外光発生が可能となる。

光源波長が短波長化するとカーボン(C)を主成分とする付着物の発生が大幅に増大する。出力が数Wの光源においては、赤外光に比べて、532nmでのレーザミラー等の付着物は一桁以上増大する。このため、ミラーまたはガラス窓において光触媒に

よるセルフクリーニング効果は絶大であり、レーザの耐久性が大幅に増大する。

また、その他の形態として図4に示すような構成も可能である。

図4(a)は、共振器の外部ミラー412を波長変換素子で構成した例である。基板としてMgO:LiNbO<sub>3</sub>、を用い、内部に周期状の分極反転構造を形成することで、波長変換機能を持たせている。非線形光学結晶としては、その他LBO、BBO、CLBOといった紫外用の波長変換材料も利用できる。これらの波長変換材料は、紫外光までの透過特性を有する結晶で、透過特性が高いため共振器ミラーの材質としては、有望である。

以上のように、外部ミラー412を波長変換素子で形成することにより光学系を簡素化できる。

また図4(b)の構成では、レーザ共振器の外部に波長変換素子503を設けている。

共振器の外部に波長変換素子503をおくことで、共振器の構成を簡単にし、共振器ノイズ等による共振器の不安定性を低減している。

これらのように、レーザ光の一部を波長変換素子により変換することで、紫外光発生を行えば、同軸に発生する第1の光に光触媒作用を及ぼす紫外光である第2の光を重畠することが可能となる。

この構成の主な効果としては、例えば、コヒーレント光源の窓406に機能性膜407を堆積することで、カーボンを主成分とする異物堆積を大幅に減らせる。従来の高出力の固体レーザにおいては、構成ミラー等への付着物により特性が劣化するため、定期的なメンテナンスが必要であり、連続稼働時間が限定される。一方、本発明のように、コヒーレント光源内に、光の一部のみを紫外光へ変換する波長変換機能を加えることで、光触媒作用を起こす紫外光の発生が可能となる。この結果、光学系への付着物堆積を低減でき、レーザの連続稼働時間を大幅に向上させることができる。

さらに、本発明の構成では、必要とする光(第1の光)に対して変換光(第2の光)がほぼ同じ光軸で発生するため、付着物の堆積する部分のみを、効率よく変換光で照射できる。このため、光学系が非常に簡単になる。さらに、光触媒効果へ利用する光を最小限に抑えることができるため、光源の効率化が図れる。

さらに、このコヒーレント光源を用いた光学システムにおいても、光のパワー密度の

高い光学素子、例えば、ミラーやレンズといった光学部品の表面を機能性膜で覆うことでセルフクリーニング機能を付加し、異物堆積を大幅に低減できる。

また、本発明では、波長変換を用いることで、同軸に発生する第2の光を容易に発生することが可能となる。波長変換は変換に伴う光の損失がない。光触媒作用に必要な光の強度は数mW程度なので、第1の光の変換ロスは非常に小さく有効である。

なお、本発明のコヒーレント光源を有効に利用する光学システムにおいては、光学素子に波長390nm以下の紫外光を透過する特性が要求される。少なくとも異物堆積が生じる光学素子までは紫外光である第2の光を照射する必要がある。このため、異物堆積が生じる光学素子までの光路に位置する光学素子においては、紫外光の吸収の少ない材料が好ましい。

なお、波長変換素子としては、KNbO<sub>3</sub>、KTiOPO<sub>4</sub>、LiNbO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、MgをドーピングしたLiNbO<sub>3</sub>、LBO、BBO、CLBO、石英等がある。またこれらの結晶を周期的に分極反転した構造が望まれる。周期的に分極反転することで波長変換する基本波の波長にあわせて変換特性を調整できる。石英の場合も結晶構造を周期的に反転させる構造を用いれば非線形材料と同様に波長変換が可能となる。2倍波、3倍波等の高調波を発生する場合、周期構造を最適化することで位相整合条件を調整できる。さらに、変換する位相整合波長の波長許容度を増大させるために、分極反転の周期構造を設計することで広い波長範囲に渡って変換が可能な構造も実現できる。基本波の波長変動が大きな半導体レーザ等を利用する場合は、変換する波長が変動した場合でも位相整合が可能なように、広い波長範囲に渡って変換可能なように分極反転構造を設計することが望ましい。

なお、本実施の形態では固体レーザについて説明したが、その他、ガスレーザ、色素レーザ等についても同様である。Arレーザ、Krレーザ等の波長400nmから500nmの発振性を有するレーザにおいても同様に高出力特性を有するため、レーザ自体および光学系におけるレーザ照射による異物の付着が生じ、コヒーレント光源および光学系の劣化が発生する。この問題を解決するために、レーザ光の一部を高調波に波長変換する波長変換素子を備え、レーザ光とその変換光である波長390nm以下の光を同時に射出する構成をとれば、光源または光学システムに必要な場所(異物

堆積が生じやすい場所)の最外面に機能性膜(TiO<sub>2</sub>)をコーティングすることで、特性劣化を大幅に低減可能となり、レーザを用いた光学システムの安定稼動を実現する。

また波長変換素子の代わりにGaN半導体レーザを用いた構成も利用できる。GaN半導体レーザを用いた本発明のコヒーレント光源について図5を用いて説明する。

固体レーザ光源にダイクロイックミラー502を介して、半導体レーザ501の光を合波している。半導体レーザ501は、波長380nmのGaNレーザである。固体レーザの光と同軸でコリメートしたGaNレーザをあわせることで、紫外光を同時に射出することができる。この構成で、上述した構成と同様の光源が実現できる。

なお、機能性膜としてはTiO<sub>2</sub>を用いたが、その他Cr, Nd等をドーピングしたTiO<sub>2</sub>を用いることで、光触媒機能の発生効率を高めることができる。

なお、光学素子等への付着物対策として、機能性膜を備える位置を以下のように決定すると効果的である。例えば、光によるトラッピング作用によりカーボン等の付着物が堆積しやすい面は、光のパワー密度に依存するため、光のパワー密度が高い面に機能性膜を備えるのが望ましい。それ以外にも、光の入射面側より出射面側、特に光を集光する側ではなく発散する側の出射面において不純物の付着が特に多いため、その面に機能性膜を備えるのが望ましい。従って、機能性膜を備える面は、第1に光のパワー密度が高い面(パワーが100W/cm<sup>2</sup>以上の部分)、第2に光の出射する面側、第3に光が発散する面である。この条件を満たす面の最表面部(例えば光源パッケージの出射窓等はそれに当たる)に機能性膜を付加するのが効果的である。

なお、本発明の実施の形態では、非線形光学材料を用いた波長変換素子を用いたが、その他アップコンバージョン材料を用いた波長変換素子も利用できる。アップコンバージョンは、通常の蛍光とは異なり、励起光より波長の短い光を発生するものであり、Yb<sup>3+</sup>-Er<sup>3+</sup>系の材料からなるものが知られている。フッ素系のガラス材料にこれらの材料を添加することで、波長の長い励起光より緑から青色の光を発生することが可能である。アップコンバージョンは、励起光の波長依存性が小さく、広い波長範囲に渡り吸収が可能であるため、安定な短波長光発生が可能である。

(実施の形態3)

GaN半導体レーザを用いた本発明のコヒーレント光源について図6を用いて説明する。

GaN半導体レーザでは、360nm～480nmまでの発振波長が実現されており、さらに500nm以上の波長範囲でも光の発生が可能である。さらに、高出力化が進んでおり、数10mWの光出力が可能である。

波長が400nm以上のGaN半導体レーザにおいて、レーザ光の集中するレーザパッケージの窓部分、またレーザを用いた光学系において光のパワー密度の高い部分において、異物の堆積が問題となっている。この問題を解決するために、図6に示す構成を提案する。

図6(a)は、半導体レーザパッケージの構成を示すもので、ベース303に設けられたサブマウント302には、半導体レーザ300が半田付けされている。この半導体レーザ300から出力された第1の光309は、波長変換素子401により一部波長変換されて、第2の光310として出力される。ガラス窓306の表面には、機能性膜308としてTiO<sub>2</sub>が堆積されており、第2の光310により光触媒効果を起こす。半導体レーザ300は、キヤップ304で封止されている。この様な構成は、波長の長いGaNレーザに有効である。

レーザ表示装置等の視感度の高い光を必要とする装置においては、青色光として波長440～460nm程度の光が効率的である。この様な波長の光源を100mW以上の高出力の光源として利用する場合に、本発明の構成は有効となる。すなわち、レーザ光を波長変換素子により高調波に変換することで機能性膜308に光触媒効果を起こし、異物付着による特性の劣化を防止できる。

なお、図6(b)に示すように、波長変換素子401を外部におくことも可能である。波長変換素子としては、波長220～230nmの短波長光発生が必要なため、LBO、BBO、CLBO等が有効である。

また石英の結晶構造を周期的に変調した構造は、短波長までの透過特性を有し、周期により変換波長を選択できる。またこの様な構造は、結晶としても安定なため、好みしい。

(実施の形態4)

半導体レーザとしては、図7(b)は、本発明の実施の形態に係る窒化物半導体レーザ素子の鳥瞰図である。

光源本体としてのこの半導体レーザ301は、DH(ダブルヘテロ)構造の基本的な構成であり、n型GaN基板101上のn型AlGaNからなるn型クラッド層102、InGaNを含む多重量子井戸構造からなる活性層103、p型AlGaNからなるp型クラッド層104、p型GaNからなるコンタクト層105から成る。

本実施の形態では、素子の共振器長、チップ幅、および厚みは、それぞれ $600\mu m$ 、 $400\mu m$ 、および $80\mu m$ とした。第1半導体レーザ201のリッジストライプの幅は、約 $1.7\mu m$ である。第2半導体レーザ202の幅は、 $10\mu m$ とした。

半導体レーザ301は、第1半導体レーザ201および第2半導体レーザ202から構成されており、量子井戸活性層103におけるInの量を第2半導体レーザ202と第1半導体レーザ201とで変えることで、第1半導体レーザ201と第2半導体レーザ202とは、異なる波長で発振する。例えば、第1半導体レーザ201は、波長410nmで発振し、第2半導体レーザ202は、波長380nmで発振している。

この半導体レーザ301をパッケージしたコヒーレント光源を図7(a)に示す。このコヒーレント光源では、半導体レーザ301は、波長410nmの第1の光309と波長380nmの第2の光310とを同時に射出する。

第2の光310は、ガラス窓306上に堆積した機能性膜308に光触媒効果を起こす。この結果、セルフクリーニング効果により窓ガラスの異物付着を低減できる。このため、光源特性の劣化を防止でき、寿命を大幅に増大できる。また同一基板に異なる波長のレーザを形成することで、第1半導体レーザ201と第2半導体レーザ202とは発光点を近接して形成できる。このため、ほぼ同じ光軸で光を射出できる。よって、このコヒーレント光源を用いて光学系を形成する場合にも、光学系を構成する光学素子に機能性膜を堆積するだけで、光学素子の表面をセルフクリーニングできる。

なお、半導体レーザは同一基板に異なる波長のレーザを形成することが望ましいが、異なる基板に形成した半導体レーザをサブマウント302上に、発光点を接近させて固定しても同様の効果が得られる。ただし、この場合は2つの光がほぼ同じ光軸をとつて進むように、発光点の間隔を $100\mu m$ 以下に近接させて配置することが好ましい

。

この半導体レーザを図2に示した光ディスク装置の光源701として用いたところ、光学系および装置の寿命が大幅に増大した。なお、光ディスク等へ利用する場合は、第1半導体レーザ201には、高出力、シングルモードの特性が要求されるが、第2の光を発生する第2半導体レーザ202は、出力が数mW程度、横モードがマルチモードでも問題ないので、比較的容易に構成できるという特徴を持つ。

また、2つの半導体レーザの駆動方法としては、第1半導体レーザ201は、光ディスク装置において情報の書き込みおよび呼び出しに利用されるが、第2半導体レーザ202は、第1半導体レーザ201と同時に点灯する必要はない。第2半導体レーザ202は、光学系での異物堆積の状況が検出されクリーニングが必要とされる場合に点灯することで、コヒーレント光源の消費電力を低減できる。

また、強度としては、第2半導体レーザ202は、第1半導体レーザ201の1/10以下の強度で利用するのが望ましい。第2半導体レーザ202のパワーが第1半導体レーザ201のパワーに近づくと、光ディスク上に情報の読み出し、書き込みを行う場合に、媒体の情報を劣化させるといった問題が発生する。このため、第2半導体レーザ202のレーザパワーは限定して使うのが好ましい。

なお、本実施形態において、半導体レーザは、GaN基板101上に形成したが、III-V族窒化物系半導体材料がその上にエピタキシャル成長できる基板、例えば、サファイア基板やSiC基板等であってもよい。

また、ここでは、ひとつのレーザ素子にひとつのストライプ構造を形成する半導体レーザについて述べてきたが、ひとつのレーザ素子に複数のストライプが形成されるマルチビーム型の半導体レーザであっても、同様の効果が得られる。さらに、必ずしも基本横モードのみでのレーザ発振を必要としない大出力半導体レーザにおいても、本発明の方法を用いることができ、これによりカーボンの析出が抑制され、大出力の半導体レーザを安定稼動させることができる。

また、本実施の形態では、III-V族窒化物系半導体材料からなる半導体レーザ素子について説明したが、半導体レーザ素子は、これに限るものではなく、発光ダイオード素子などの発光素子(特に波長は450nm以下)であってもよい。さらに、上記

効果はBAlGaInNや砒素(As)、リン(P)を含有した混晶化合物半導体全般に成り立つ。

#### (実施の形態5)

図8は、本発明の光学システムの一例であるレーザディスプレイ装置である。構成としては、光源601から出た第1の光602と第2の光603とが投射光学系605によって、スクリーン606に投射されている。途中の光学系の少なくとも片面の最表面にTiO<sub>2</sub>膜604が堆積されている。図8に示した光学システムにおいては、上記実施の形態において説明したコヒーレント光源が用いられてもよいが、第1の光602と、第1の光602より波長の短い第2の光603とを同時に射する光源であれば、その他のコヒーレント光源であってもよい。

この光学システムでは、光源601から出た第2の光603により光学系に形成された機能性膜604が光触媒効果を起こし、光学系に堆積したC(カーボン)の析出を防止する。

また、第1の光602と第2の光603とがほぼ同軸で照射されているため、光学素子における照射面をほぼ等しい面積で照射している。これによって第1の光602で堆積するカーボン等の付着物を第2の光603と機能性膜とにより効果的にクリーニングすることができる。本発明のコヒーレント光源601および機能性膜604により、従来に見られた課題を解決することができる。この課題とは、短波長の半導体レーザを高出力で長期に渡って駆動させた時に、光学システム内に存在するハイドロカーボン(CとHの揮発物など)がレーザ光により分解し、レーザの出射端面やガラス、光学系に少なくともカーボン(C)を含有する異物が析出するという問題を言う。

本発明により、前述の従来の課題を解決し、長期的に安定して動作する光学システムを提供することが実現でき、短波長のレーザを用いた光ディスク等のシステムの安定稼動を実現できる。

#### (その他)

なお、上記では、コヒーレント光源として、半導体レーザおよび固体レーザを用いたコヒーレント光源について説明した。しかし、コヒーレント光源は、その他、固体レーザの一種であるファイバーレーザを用いたものであってもよい。

図9を用いて、本発明の他のコヒーレント光源としてファイバーレーザを用いた構成について説明する。

図9において、901は、ポンプ光源(波長915nmの半導体レーザ)、902は、Ybドープファイバーレーザ、903は、アップコンバージョンファイバー、904は、機能性膜である。

ポンプ光源901によりドープファイバーレーザ902が励起され1080nm近傍のレーザ発振を行う。1080nmの光の一部は、アップコンバージョンファイバー903により短波長光に変換され、ファイバー端から1080nmの光と短波長光とが同時に射出される。

ファイバー端面には、機能性膜904が形成されている。この機能性膜904は、短波長光による光触媒効果により、アップコンバージョンファイバー903の端面へ異物の付着を防止している。

ファイバーレーザ902は、高出力化が可能で、かつ単一横モード発振が可能なため、光のパワー密度が高い。このため、従来では、ファイバーレーザ902の端面での異物堆積が顕著に発生する。一方、本発明では、機能性膜904と短波長光源としてのアップコンバージョンファイバー903を備えるため、端面のクリーニングが有効に行われる。また、ビーム品質が高く、集光特性も良好であるため、光のパワー密度が向上しやすい。このため、本発明では、レーザからの出力を扱う光学系においても機能性膜を備えることでクリーニングを有効に行なうことが可能となる。

なお、本発明においてはアップコンバージョンファイバーを用いたが、その他、波長変換素子を用いた高調波発生も可能である。ファイバーへのドープ材料としては、Yb、Nd、Er、Er/Yb等の材料をドープすることも可能である。

また、ファイバーレーザの高出力化において、ファイバー端面の劣化が問題となっている。この劣化は、ファイバー内の光のパワー密度が高く、ファイバー端面の表面におけるわずかな劣化層において端面破壊が生じるため発生する。この劣化とともに、ファイバー端面では、パワー密度が高いため、レーザトラッピングによるダスト等の堆積も顕著になる。この端面の汚れが光を吸収し端面破壊を生じるという問題も存在する。

従来では、ファイバー端面でのパワー密度を低減する方法として、ファイバーレーザのファイバー端面にエンドキャップを施すことが行われている。エンドキャップは、バルク材料で、エンドキャップ内で光のビーム径を拡大して、出射端面でのパワー密度を低減する目的に使用されている。

本発明では、図10に示すように、エンドキャップ906に波長変換機能を設けてもよい。さらに、本発明では、エンドキャップ906の出射端面に機能性膜907を設けてもよい。ファイバーレーザからの光の一部を短波長光に波長変換し、波長変換された光により、エンドキャップ906の出射端面に設けた機能性膜907に光触媒効果を発揮させる。これにより、ファイバーレーザの出射部にクリーニング効果を付加することが可能となる。

### 産業上の利用可能性

[0007] 本発明のコヒーレント光源は、主に高出力、短波長光発生のコヒーレント光源に有効である。またコヒーレント光源を利用した、光ディスクなどの光情報処理分野、レーザプリンタなどの複写機や印刷機、照明機器、光通信、レーザディスプレイ、レーザ加工、医用等の光学システムにおいても有効である。

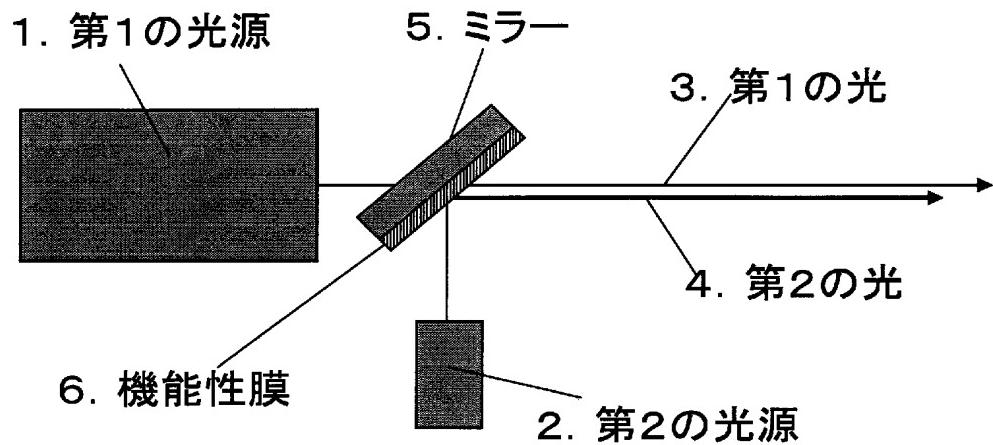
## 請求の範囲

- [1] 第1の光と、前記第1の光より波長の短い第2の光とを同時に射するコヒーレント光源であり、  
少なくとも第1の光を射する光源本体と、  
前記第1の光を透過又は反射する部材と、  
前記部材の少なくとも一部に設けられた機能性膜と、  
を備え、  
前記機能性膜は、前記第2の光により光触媒効果を発現することを特徴とする、  
コヒーレント光源。
- [2] 前記第1の光の波長が400nm以上である、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [3] 前記第1の光と前記第2の光とがほぼ同じ光路を通過することを特徴とする、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [4] 前記機能性膜を備えた前記部材の照射面において、前記第1の光と前記第2の光  
とがほぼ等しい領域に照射されていることを特徴とする、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [5] 前記光源本体は、III-V族窒化物系半導体材料からなる半導体レーザを含んでい  
る、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [6] 前記第2の光の波長が390nm以下である、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [7] 前記第1の光の一部を前記第2の光に変換する第1の波長変換素子をさらに備え  
たことを特徴とする、  
請求項1記載のコヒーレント光源。
- [8] 前記第1の波長変換素子が非線形光学材料またはアップコンバージョン材料から  
なる、  
請求項7記載のコヒーレント光源。
- [9] 前記光源本体は、Nd又はYbを含む固体レーザ媒体から構成され、

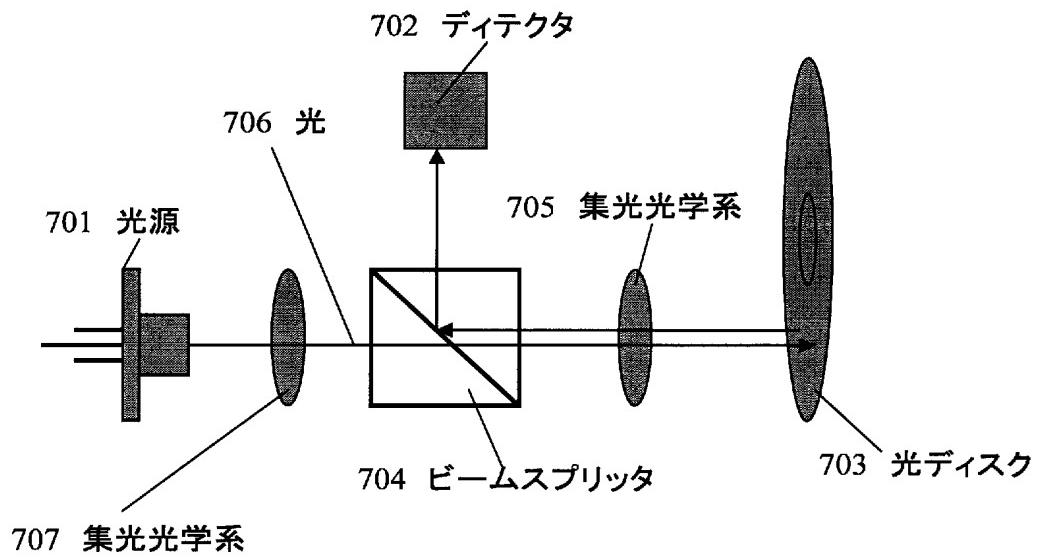
前記第1の波長変換素子は、前記固体レーザから出射された前記第1の光を第3高調波である前記第2の光に変換することを特徴とする、  
請求項7記載のコヒーレント光源。

- [10] 前記光源本体は、Nd又はYbを含む固体レーザ媒体と、前記固体レーザからの光を第2高調波である前記第1の光に変換する第2の波長変換素子とから構成され、  
前記第1の波長変換素子は、前記固体レーザからの光と前記第1の光とを和周波光である前記第2の光に変換することを特徴とする、  
請求項7記載のコヒーレント光源。
- [11] 前記光源本体は、半導体レーザから構成され、  
前記第1の波長変換素子は、前記半導体レーザから出射された前記第1の光を高調波である前記第2の光に変換することを特徴とする、  
請求項7記載のコヒーレント光源。
- [12] 第1の光と、前記第1の光より波長の短い第2の光とを同時に出射するコヒーレント光源と、  
集光または投射光学部材と、  
前記コヒーレント光源からの光照射を受ける前記光学部材の少なくとも一部に設けられた機能性膜と、  
を備え、  
前記機能性膜は、前記第2の光により光触媒効果を発現することを特徴とする、  
光学システム。
- [13] 前記光学部材において、前記第1の光のパワー密度が100W/cm<sup>2</sup>以上になる照射面においては、前記機能性膜が設けられており、  
前記照射面において前記第1の光と前記第2の光とがほぼ同じ領域に照射されることを特徴とする、  
請求項12記載の光学システム。

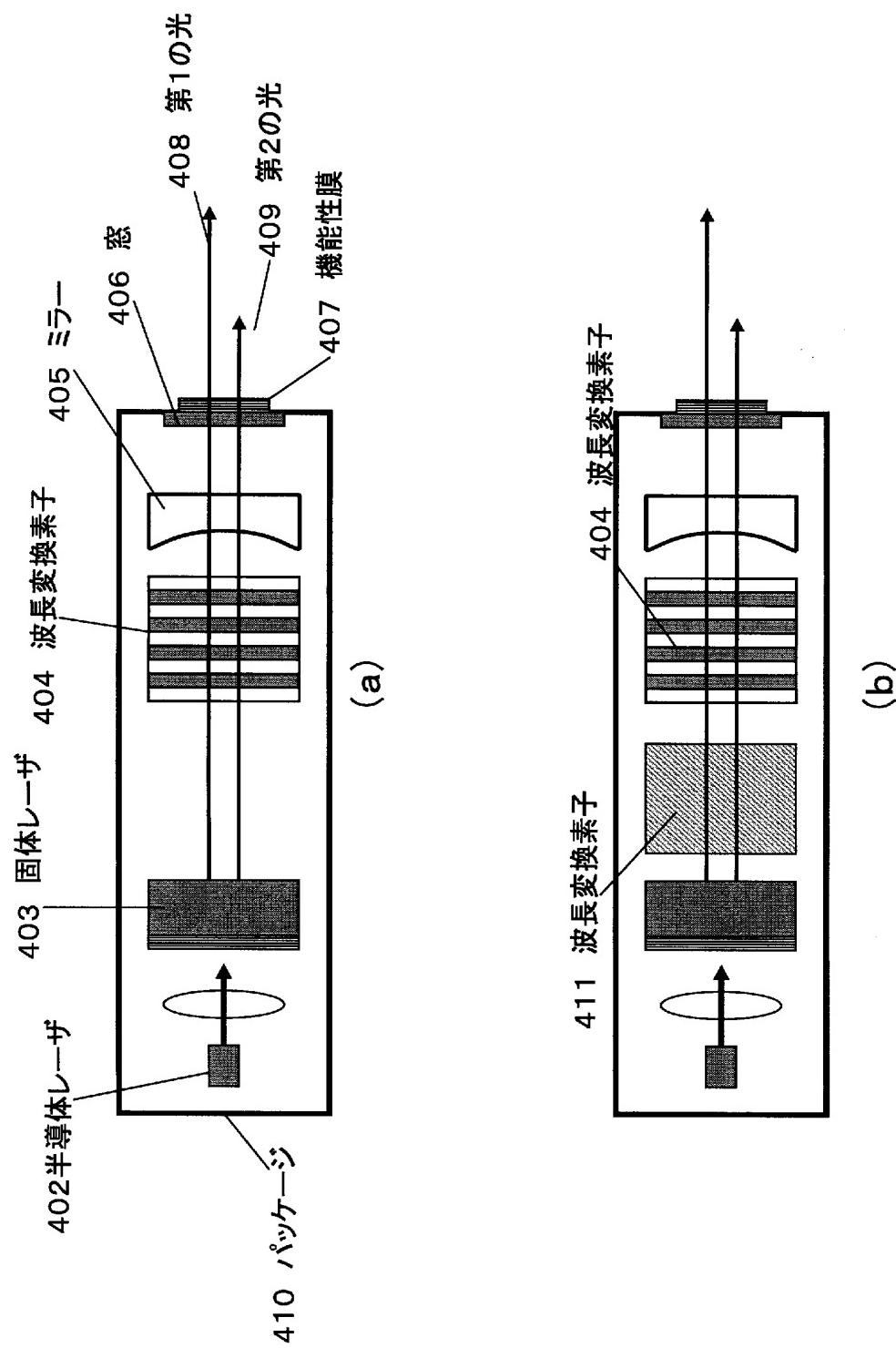
[図1]



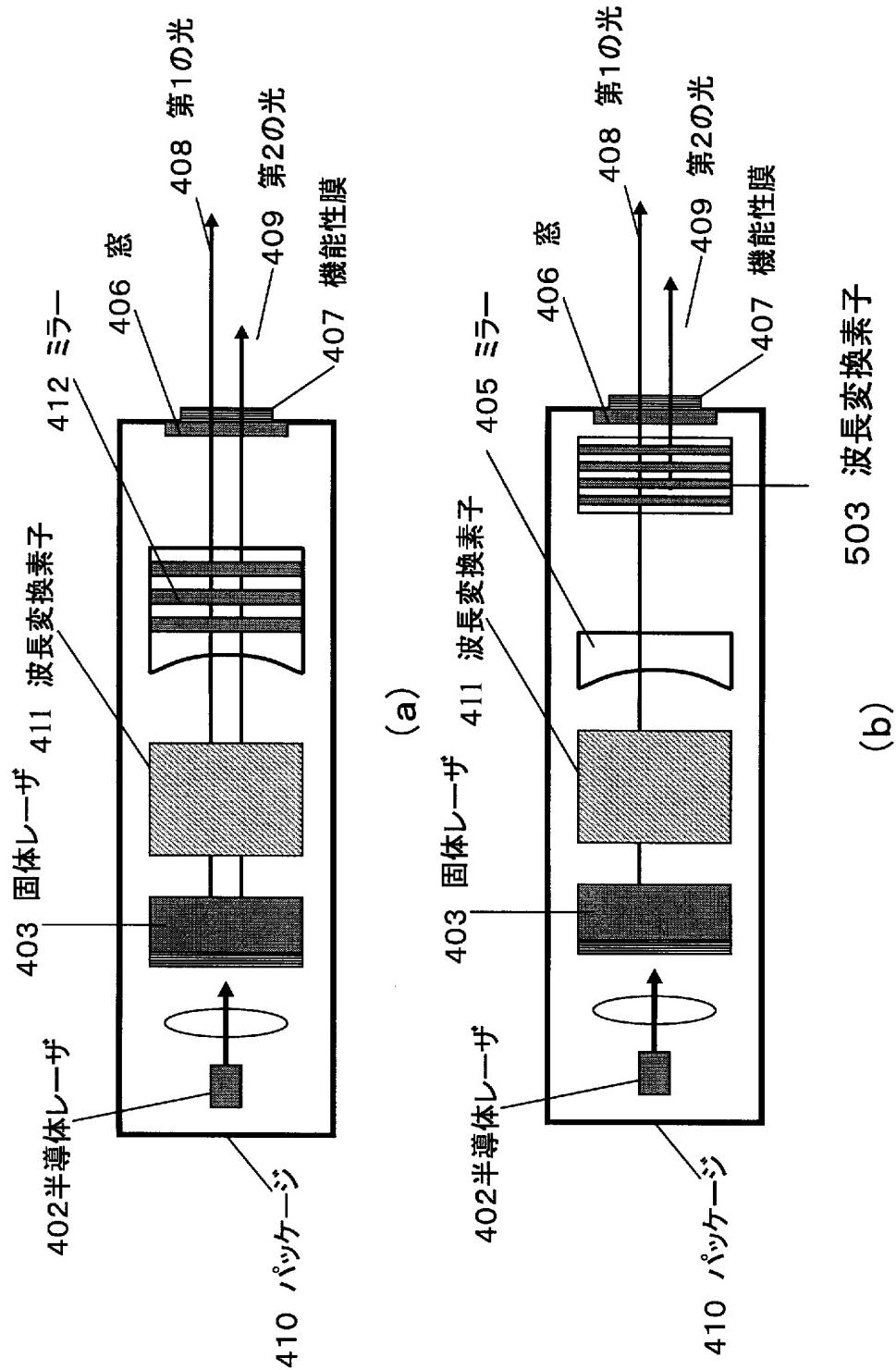
[図2]



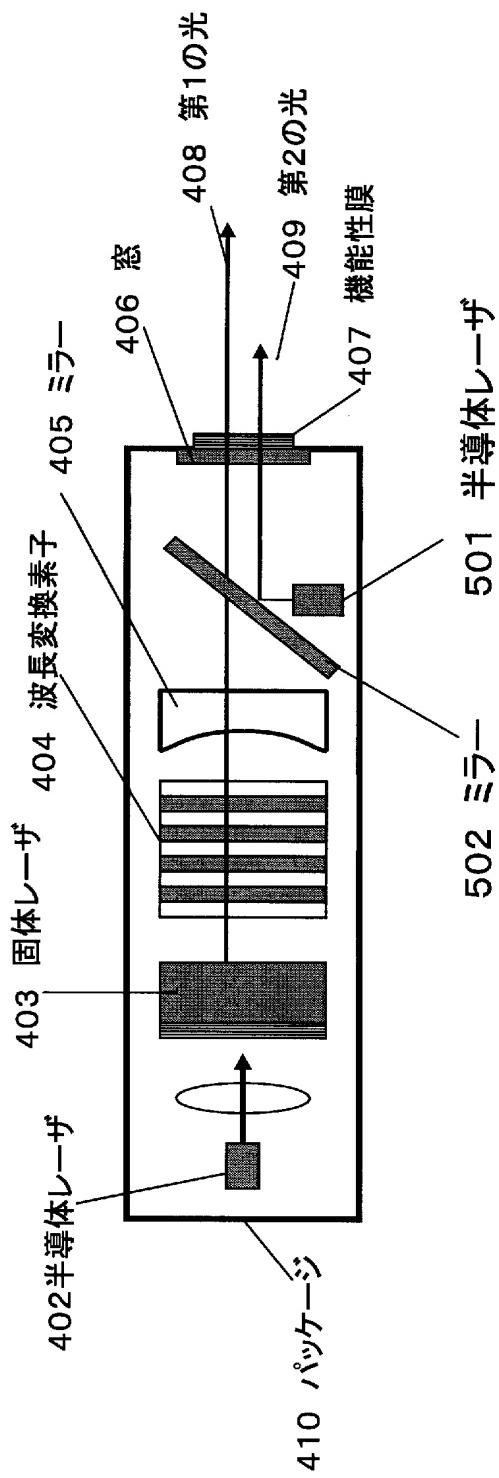
[図3]



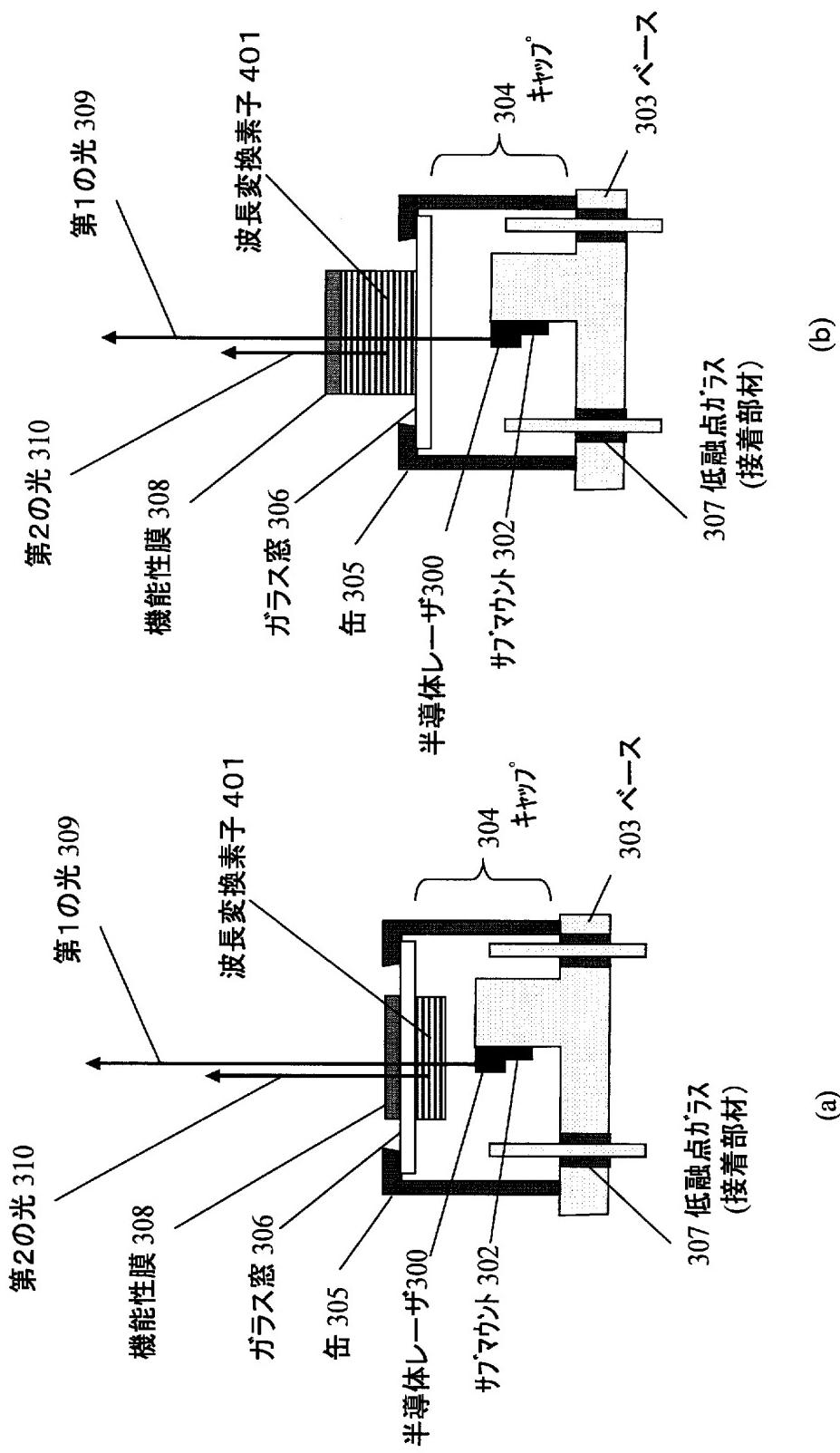
[図4]



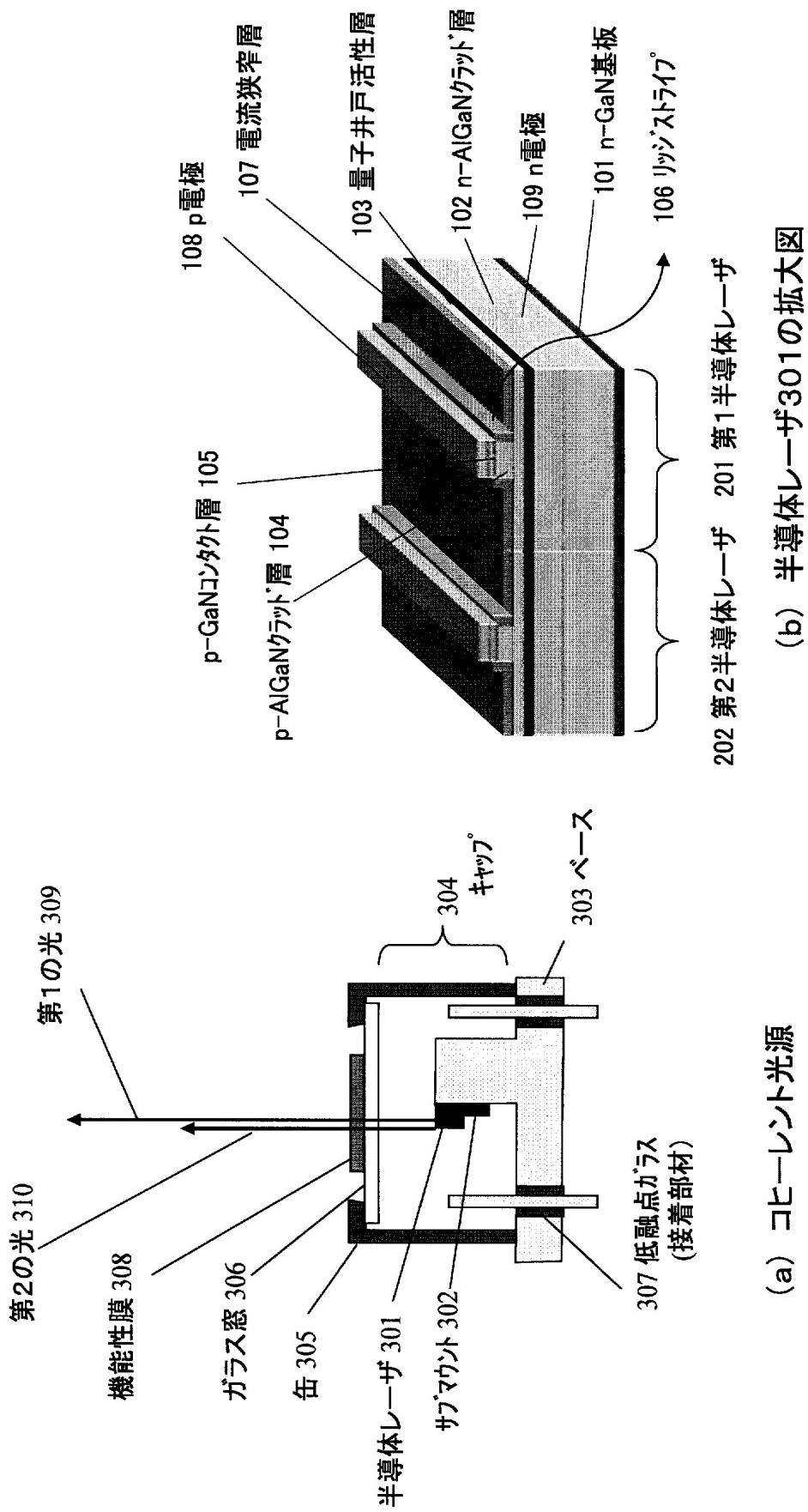
[図5]



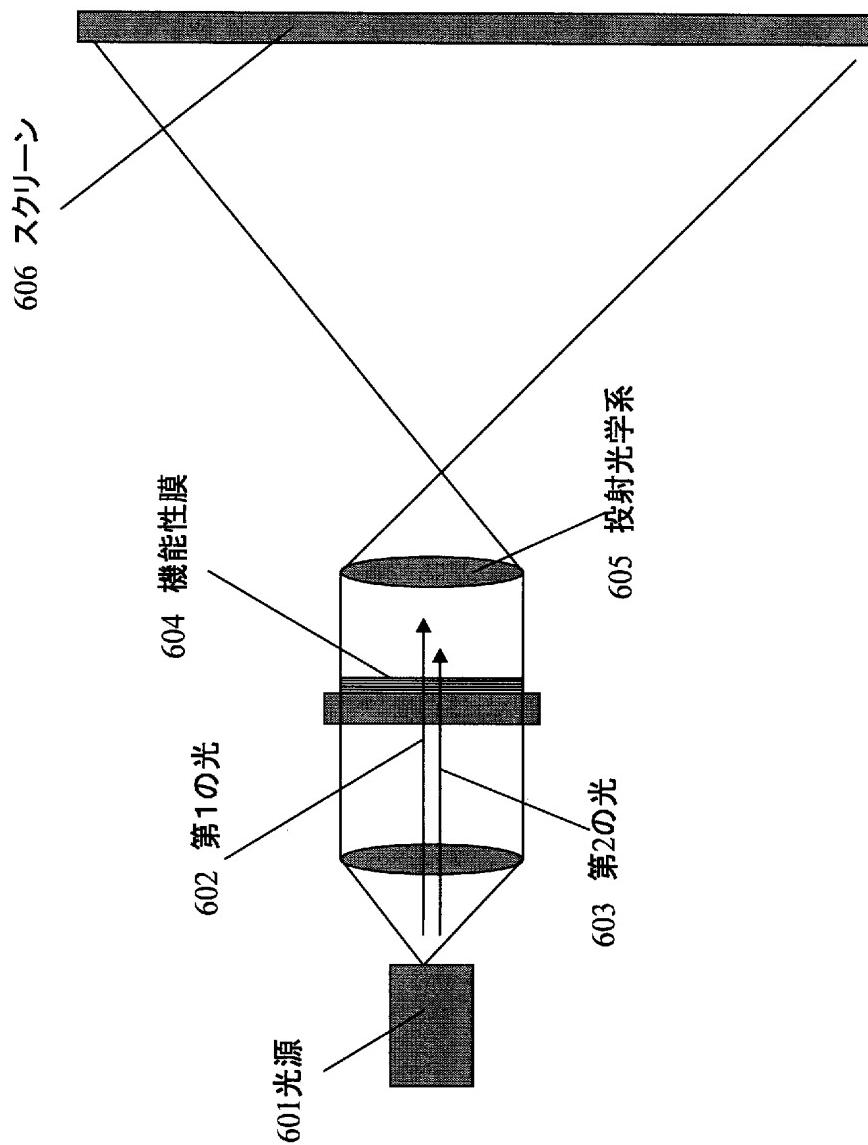
[図6]



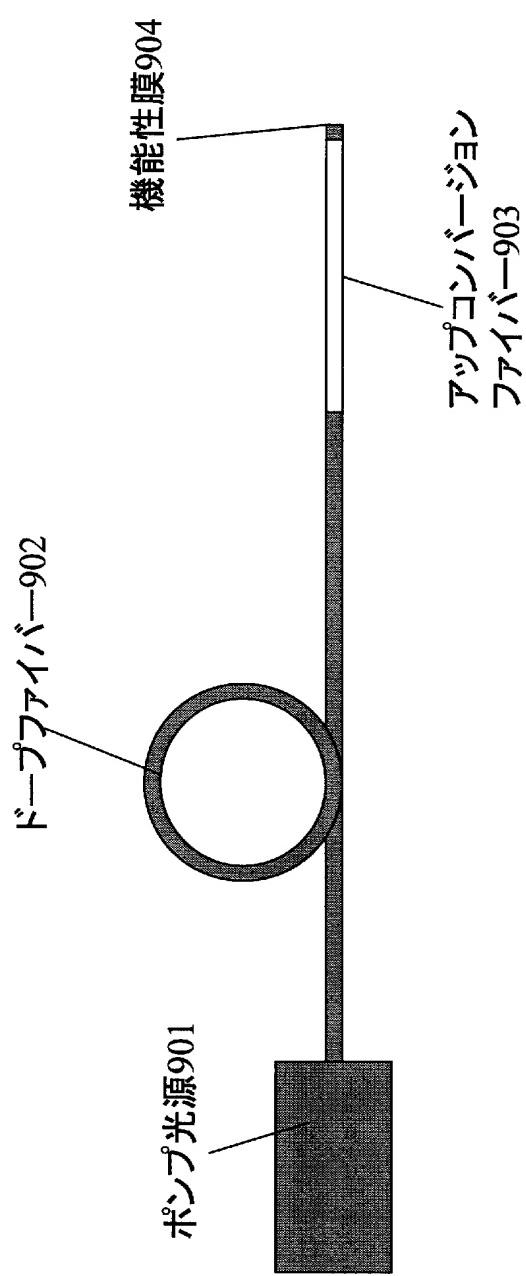
[図7]



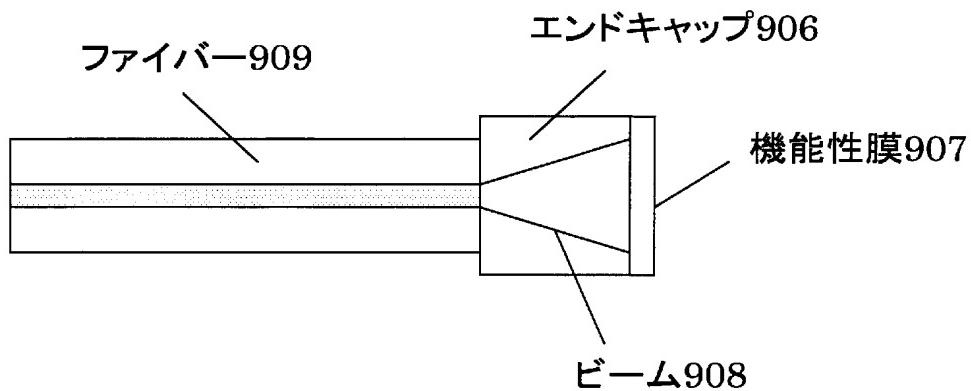
[図8]



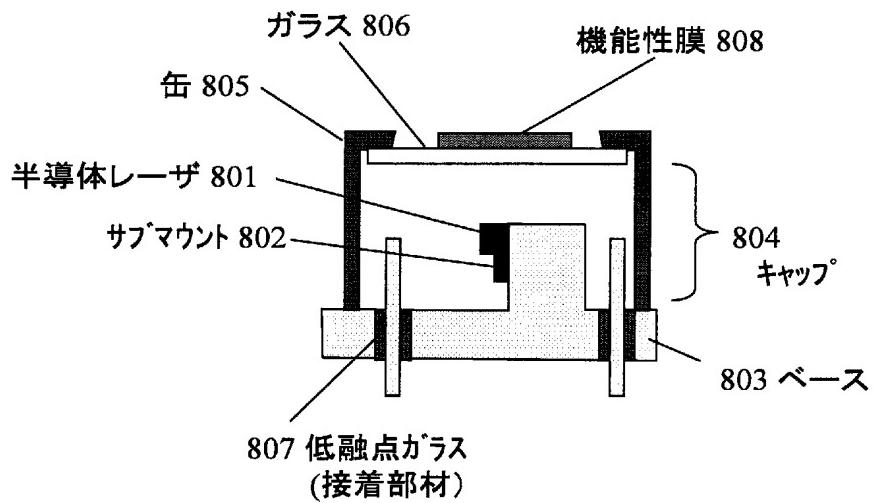
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002797

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01S5/02, G02F1/37, H01S3/02, 3/109, 3/23

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G02F1/37, H01S3/00-3/02; 3/04-3/095; 3/098-3/102; 3/105-3/131;  
3/136-3/20; 3/23-4/00; 5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JOIS), IEEE, Science Direct

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-243761 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 August, 2003 (29.08.03), Par. Nos. [0021] to [0033]; Fig. 1 (Family: none)	1-4, 7-8, 11-12
A	US 2002/0136255 A1 (TAKAYAMA et al.), 26 September, 2002 (26.09.02), Par. No. [0004] & JP 2002-289965 A	1
X	JP 2001-070787 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 21 March, 2001 (21.03.01), Par. Nos. [0024] to [0033], [0038] to [0040]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-4, 6-9, 12-13
Y		10

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 May, 2005 (19.05.05)Date of mailing of the international search report  
07 June, 2005 (07.06.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002797

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 006477188 B1 (TAKAOKA et al.), 05 November, 2002 (05.11.02), Claims & EP 001070982 A1 & WO 1999/014631 A1	10
X	JP 2000-349389 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Par. Nos. [0020], [0038] to [0041]; Fig. 5 (Family: none)	1-4, 6-9, 12-13 10
Y	JP 2004-179595 A (Hitachi Printing Solutions Kabushiki Kaisha), 24 June, 2004 (24.06.04), Par. No. [0020]; Fig. 9 (Family: none)	1-4, 12-13
P, Y		

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.<sup>7</sup> H01S5/02, G02F1/37, H01S3/02, 3/109, 3/23

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.<sup>7</sup> G02F1/37, H01S3/00-3/02; 3/04-3/095; 3/098-3/102; 3/105-3/131; 3/136-3/20; 3/23-4/00; 5/00-5/50

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus(JOIS), IEEE, Science Direct

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2003-243761 A (松下電器産業株式会社) 2003.08.29, 【0021】-【0033】，図1 (ファミリーなし)	1-4,7-8,11-12
A	US 2002/0136255 A1 (TAKAYAMA et al) 2002.09.26, [0004] & JP 2002-289965 A	1
X Y	JP 2001-070787 A (富士写真フィルム株式会社) 2001.03.21, 【0024】-【0033】，【0038】-【0040】，図1-2 (ファミリーなし)	1-4,6-9,12-13 10

 C欄の続きにも文献が列挙されている。

〔 パテントファミリーに関する別紙を参照。〕

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願
- の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

19.05.2005

## 国際調査報告の発送日

07.06.2005

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

笛野 秀生

2K 9519

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 006477188 B1 (TAKAOKA et al) 2002.11.05, Claims & EP 001070982 A1 & WO 1999/014631 A1	10
X Y	JP 2000-349389 A (富士写真フィルム株式会社) 2000.12.15, 【0 020】 , 【0038】 - 【0041】 , 図5 (ファミリーなし)	1-4,6-9,12-13 10
P Y	JP 2004-179595 A (日立プリンティングソリューションズ株式会 社) 2004.06.24, 【0020】 , 図9 (ファミリーなし)	1-4,12-13